

Inteligentny system wspomagania decyzji dla sterowania siecią wodociągową¹

Izabela Rojek²

Streszczenie: Referat przedstawia inteligentny system wspomagania decyzji dla sterowania siecią wodociągową. System ten opracowano w postaci systemu ekspertowego zawierającego bazę wiedzy, mechanizm wnioskowania oraz interfejs użytkownika. Współpracuje on z bazą danych i systemem pozyskiwania wiedzy. System ten jest systemem czasu rzeczywistego, który zapewnia krótki czas reakcji na zaistniałe problemy w sieci wodociągowej. Z jednej strony korzysta on z danych pomiarowych zgromadzonych w bazie danych przesłanych przez system monitoringu sieci. Z drugiej strony wykorzystuje on modele prognostyczne do prognozowania obciążenia sieci wodociągowej, które powstały w systemie pozyskiwania wiedzy. System wspomagania decyzji na podstawie opracowanych modeli prognostycznych umożliwia opracowanie scenariuszy sterowania siecią wodociągową.

Słowa kluczowe: inteligentny system wspomagania decyzji, baza danych, baza wiedzy, uczenie maszynowe.

1. Wprowadzenie

Inteligentne systemy wspomagania decyzji (ISWD) to systemy, które łączą w sobie możliwości gromadzenia i przetwarzania dużej ilości danych, wykorzystywania różnorodnych modeli i inteligentnego posługiwania się zgromadzonymi danymi oraz wiedzą. Nieodłączną częścią systemu wspomagania decyzji jest moduł oparty na elementach sztucznej inteligencji (patrz Zieliński, 2000). Dzięki niemu, jest możliwa analiza danych i wyciąganie wniosków w sposób bliski sposobowi myślenia człowieka - przy wykorzystaniu danych niepewnych bądź rozmytych, analogii i metod uczenia się. Systemy wspomagania decyzji znajdują coraz szersze zastosowanie w wielu dziedzinach życia, szczególnie w rozwiązywaniu problemów, dla których nie istnieją rozwiązania algorytmiczne.

ISWD są nowoczesnymi narzędziami informatycznymi, które dostarczają menedżerom wiarygodnych informacji, zarówno na poziomie strategicznym, jak i operacyjnym. Użytkownicy systemu otrzymują instrumenty, które w krótkim czasie pomagają przekształcić dane rozproszone w różnorodnych systemach informatycznych przedsiębiorstwa w spójne informacje. Systemy tej klasy umożliwiają monitorowanie wskaźników historycznych, wczesne wykrywanie potencjalnych zagrożeń i szans rozwoju, a także prognozowanie możliwych scenariuszy biznesowych.

¹ Artykuł napisany w ramach realizacji projektu rozwojowego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego R11 001 01.

² Instytut Mechaniki Środowiska i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Chodkiewicza 30, 85-064 Bydgoszcz
e-mail: izarojek@ukw.edu.pl

Zgodnie z definicją, inteligentny system wspomaganie decyzji cechuje umiejętność uczenia się i adaptacji do potrzeb uczestników procesu decyzyjnego. Do technik wykorzystywanych w ISWD między innymi można zaliczyć: systemy ekspertowe z bazą wiedzy oraz systemy inteligentne (uczenie maszynowe - metoda indukcji drzew decyzyjnych). System tego typu można również zastosować do problemów związanych z siecią wodociągową. Obecnie krajowe przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne nie posiadają zintegrowanych inteligentnych systemów wspomaganie decyzji. Na ogół korzystając z niepełnych systemów monitoringu sieci wodociągowych gromadzą dane i wykonują proste analizy tych danych. Natomiast problemy zarządzania siecią wodociągową dotyczą m.in. optymalizacji jej struktury i parametrów, energooszczędnej eksploatacji zapewniającej poprawną dystrybucję wody o odpowiedniej jakości, optymalizacji prac projektowych przy rozbudowie sieci, wykrywania i lokalizacji stanów awaryjnych, opracowywania planów remontów sieci z uwzględnieniem jej awaryjności, kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. W istniejących w Polsce sieciach wodociągowych, aktualnie nie stosuje się ani modeli prognostycznych obciążenia sieci wodociągowej ani systemów wspomaganie decyzji sterujących tą siecią.

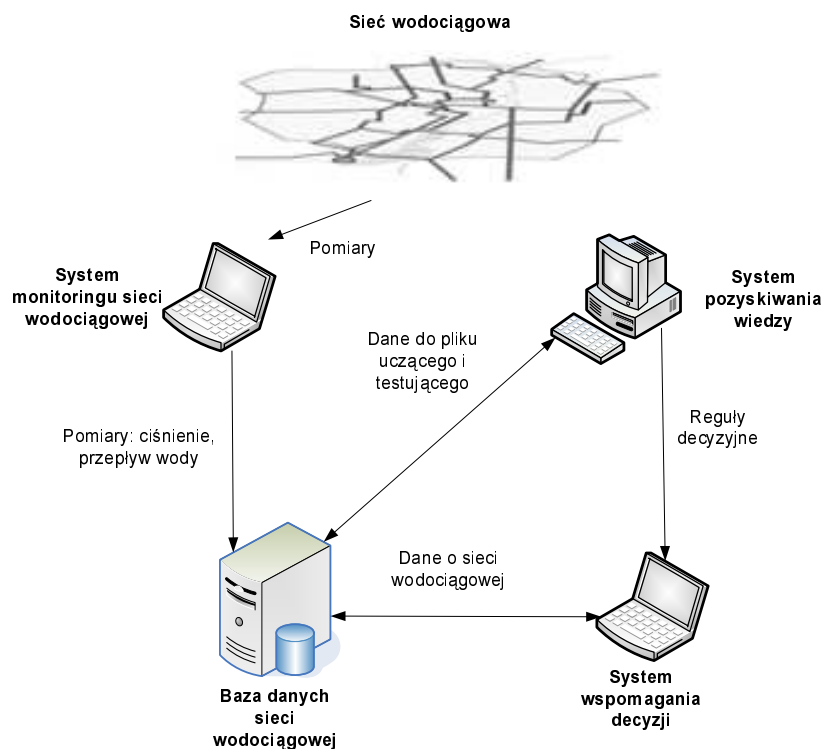
Wprowadzenie inteligentnego systemu wspomaganie decyzji dla sterowania siecią wodociągową pozwoli na poprawne przewidywanie obciążenia i sterowanie operacyjne taką siecią. W szczególności, pozwoli na energooszczędne sterowanie pompami w sieci, kontrolowanie poziomu wody w zbiornikach retencyjnych oraz reagowanie na awarie w sieci (patrz Studziński, Bogdan, 2006). Docelowo system będzie wdrożony w wybranym miejskim przedsiębiorstwie wodno-ściekowym.

Prezentowany system powstaje w ramach projektu badawczego nr R11 001 01 finansowego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

2. Charakterystyka inteligentnego systemu wspomaganie decyzji sieci wodociągowej

W ramach realizowanego projektu opracowano inteligentny system wspomaganie decyzji sieci wodociągowej (patrz Rojek A, 2007). System ten jest zbudowany z następujących komponentów: systemu monitoringu, bazy danych, systemu pozyskiwania wiedzy oraz systemu podejmowania decyzji w postaci systemu ekspertowego.

Jak pokazano na rysunku 1, system wspomaganie decyzji współpracuje z bazą danych i systemem pozyskiwania wiedzy. System ten pracuje w czasie rzeczywistym - zapewnia krótki czas reakcji na zaistniałe problemy w sieci wodociągowej. *System monitoringu sieci wodociągowej* umożliwia gromadzenie i przekazywanie danych do bazy danych o sytuacji panującej w wybranych punktach sieci wodociągowej. Analiza gromadzonych przez system danych pozwala na optymalizację pracy sieci. *System pozyskiwania wiedzy* ma na celu opracowanie modeli prognostycznych do prognozowania obciążenia oraz awaryjności sieci wodociągowej. *System wspomaganie decyzji*, na podstawie opracowanych modeli prognostycznych, umożliwia opracowanie scenariuszy sterowania siecią wodociągową.



Rysunek 1. Komponenty systemu dla sieci wodociągowej

2.1. Baza danych sieci wodociągowej

Baza danych sieci wodociągowej jest częścią systemu rozproszonych branżowych baz danych przedsiębiorstwa wodno-ściekowego (patrz Rojek B, 2007). Pełni ona ważną funkcję, gdyż od analizy jej zgromadzonych danych zależy decyzja o działaniu zestawów pompowych w stacji ujęcia wody oraz prognoza obciążenia sieci kanalizacyjnej i w rezultacie jakość pracy oczyszczalni ścieków.

Baza danych sieci wodociągowej została już zrealizowana w części dotyczącej monitoringu sieci wodociągowej, przy użyciu bazy danych MySQL (patrz Studziński, Bogdan, 2006). Pracuje ona w czasie rzeczywistym. Ze względu na dużą szybkość gromadzenia danych oraz dużą liczbę rekordów baza danych jest okresowo archiwizowana.

Oprócz danych pomiarowych baza danych sieci wodociągowej zawiera tabele danych dotyczące przewodów wodociągowych, węzłów sieci oraz urządzeń znajdujących się w sieci. Dane pomiarowe dotyczą stanu sieci wodociągowej w określonych węzłach pomiarowych. W węzłach tych są zainstalowane moduły telemetryczne MT, których zadaniem jest odczyt wartości chwilowych pomiaru przepływu i ciśnienia wody. Moduły MT lokalnie rejestrują wartości pomiarów, a następnie okresowo

retransmitują je do punktu nadzoru, w którym znajduje się serwer bazy danych.

Komunikacja między modułami MT a komputerem odbywa się drogą radiową w oparciu o sieć telefonii komórkowej operatora Plus GSM. W module MT realizowana jest także procedura generowania alarmów. Ich przyczyny mogą być związane z mierzonymi parametrami (kontrola kierunku przepływu) oraz mogą dotyczyć samego węzła pomiarowego (np. zasilanie, kontrola dostępu). Z chwilą zaistnienia przyczyny alarmu moduł MT automatycznie wysyła dane o zdarzeniu do systemu z uwzględnieniem filtra znieczulającego system na chwilowe zakłócenia. Poszczególnym przyczynom alarmów jest przypisany stały numer alarmu, który następnie w systemie wspomagania decyzji powoduje uruchomienie określonej procedury. Numery alarmów zostały zdefiniowane w sposób jednoznacznie określający numer węzła pomiarowego.

Wymiana danych pomiędzy programem komunikacyjnym a bazą danych odbywa się za pomocą sterownika ODBC. Dane te są następnie wykorzystywane w systemie pozyskiwania wiedzy jako pliki uczące w metodach uczenia maszynowego.

2.2. System pozyskiwania wiedzy

System pozyskiwania wiedzy dla sieci wodociągowej umożliwia tworzenie, rozbudowę i pielęgnację bazy wiedzy oraz weryfikację poprawności zgromadzonej wiedzy (atrybutów, faktów, reguł). Przeanalizowano różne metody analizy danych (patrz Michalski, Bratko, Kubat, 1998; Stefanowski, 2001). Specyfika wiedzy dotyczącej sieci wodociągowej wykazała, że szczególnie interesującą metodą analizy danych jest klasyfikacja.

Klasyfikacja jest problemem, w którym określa się przynależność obiektów do znanych kategoriowych klas. Proces przydziału danych do klas (klasyfikowanie) wykorzystuje tzw. klasyfikator. Klasyfikator jest pewnym modelem, którego parametry identyfikowane są w procesie uczenia pod nadzorem, w którym do celów uczenia dostępny jest treningowy zbiór danych (obiektów) oraz ich klas. Model ten jest po zakończeniu procesu uczenia wykorzystywany do klasyfikacji nowych danych.

Podstawowym algorytmem klasyfikacji są drzewa decyzyjne (ang. decision trees), w których wewnętrzne węzły oznaczają test atrybutu, gałęzie reprezentują wyniki testów, a liście reprezentują etykiety klas. Drzewa decyzyjne są budowane metodą *z góry na dół* (ang. top-down). Umożliwiają one rozwiązywanie problemów, w których wymagana jest klasyfikacja przypadków na wiele kategorii. Narzędzia wspomagające analizę za pomocą drzew decyzyjnych generują statystyki klasyfikacji, diagram drzewa decyzyjnego oraz tzw. tablicę CM (ang. confusion matrix), czyli tablicę reprezentującą poprawnie i niepoprawnie zaklasyfikowane przypadki (patrz Hand, Mannila, Smith, 2005; Larose, 2006). Do oceny drzewa decyzyjnego jako systemu klasyfikującego użyto kryterium oceny błędu klasyfikowania, które jest podstawowym narzędziem weryfikacji. Przeprowadza się ją w odniesieniu do zbioru przykładów testowych, które nie były częścią zbioru uczącego. Przykłady testowe są klasyfikowane za pomocą klasyfikatora powstałego ze zbioru uczącego. Ponadto dla przykładu testowego znana jest jego rzeczywista klasyfikacja. Pozwala

to na porównanie proponowanej przez klasyfikator decyzji z rzeczywistą i stwierdzenie, czy decyzja klasyfikatora jest poprawna, czy błędna.

Z punktu widzenia monitorowania działania sieci wodociągowej najważniejsze są dwa parametry, tj. ciśnienie i przepływ wody. Parametry te w celu poprawnego działania sieci wodociągowej muszą mieścić się w określonej normie. W zbiorze uczącym i testującym należy określić, czy mierzona wartość parametru mieści się w normie, czy też nie. Dlatego metoda klasyfikacji jest w przypadku rozwiązania tego problemu najbardziej przydatna. W systemie pozyskiwania wiedzy, jako metodę klasyfikacji, wykorzystano metodę indukcji drzew decyzyjnych. Do budowy pliku uczącego i testującego wykorzystano pomiary ciśnienia i przepływu z bazy danych monitoringu sieci wodociągowej. Dane pomiarowe zostały zebrane z trzech węzłów pomiarowych. Plik uczący i testujący ma następującą budowę:

- atrybuty wejściowe: dzień tygodnia, dzień miesiąca, miesiąc, czas, przepływ, ciśnienie,
- atrybuty wyjściowe: decyzja, czy wartość pomiaru mieści się w normie, czy też nie.

Zgromadzone w ten sposób dane zostały wykorzystane do opracowania modeli do prognozowania obciążenia sieci wodociągowej oraz prognozowania awaryjności sieci wodociągowej, a także opracowania scenariuszy sterowania siecią wodociągową.

W pierwszym etapie badań do utworzenia modeli wykorzystano dane zawierające pomiary z okresu jednego miesiąca, od 20 października do 19 listopada 2006 roku. W sumie dawało to 204370 rekordów. Uzyskane dane podzielono na dwa pliki. Pierwszy uczący zawiera 90% pomiarów a drugi testowy złożony jest z 10% pomiarów. Ponieważ oba pliki zawierają bardzo podobne dane, więc do pełniejszego przetestowania otrzymanych modeli użyto drugiego pliku testowego zawierającego 100 rekordów z wartością atrybutu decyzyjnego o wartości 0 symulujących błędne pomiary lub sygnalizujących awarię. W danych rzeczywistych wartość ciśnienia wahała się pomiędzy 3 a 3,6 [bar], a wartość przepływu między 0 a 1500 [m³/h].

Eksperymenty związane z tworzeniem modeli drzew decyzyjnych były parametryzowane dwoma parametrami: minimalną liczbą przykładów tworzących liść drzewa oraz przycinaniem drzewa decyzyjnego. Pierwszy parametr *minimalna liczba przykładów tworzących liść drzewa* związana jest z własnością algorytmów uczenia się drzew decyzyjnych, w których poszczególne gałęzie drzewa są rozbudowywane tak głęboko, aż przykłady w węzle zostaną zaklasyfikowane do pojedynczej klasy decyzyjnej, czyli pojedynczego liścia. Strategia rozbudowywania gałęzi drzewa w celu jednoznacznego rozróżnienia przykładów z różnych klas prowadzi do bardzo złożonych drzew decyzyjnych. Dlatego można określić parametr, który zatrzymuje dalszą rozbudowę gałęzi drzew decyzyjnych. W eksperymencie parametr *minimalna liczba przykładów w liściach* przyjmował wartości: 1,2,5,10,25. Natomiast drugi parametr *przycinanie drzewa* pozwala redukować rozmiary drzewa. Idea postępowania polega na tym, że w pełnym drzewie decyzyjnym usuwa się pewne fragmenty (poddrzewa) o niewielkim znaczeniu dla klasyfikacji obiektów.

W eksperymencie ten drugi parametr przyjmował wartości w zakresie: bez przycięcia, 80%, 40%, 25%, 15%, 5%, 2%.

Dla obu parametrów rozpatrywano procentowe wartości błędnie zaklasyfikowanych rekordów z pliku testowego. Najlepsze rezultaty otrzymano w drzewach zawierających jeden przykład w liściu, czyli reguły tworzone dla każdego przykładu oraz o parametrze przycięcie drzewa równym 40%. Procentowa wartość błędnie zaklasyfikowanych rekordów wyniosła 0,61% (rys. 2). Otrzymane modele dla liczby atrybutów w liściach 1, 2 i 5 charakteryzują się bardzo małym błędem. Wpływ na to ma podobieństwo danych w plikach uczącym i testowym oraz bardzo duża liczba pomiarów. Z otrzymanych wyników można zauważyć, że wraz ze wzrostem minimalnej liczby przykładów tworzących pojedynczy liść w otrzymanym modelu rośnie wartość błędu. Jak widać z przedstawionego wykresu na osi x został umieszczony parametr *przycięcie drzewa*, a na osi y parametr *wartość błędu klasyfikowania*.

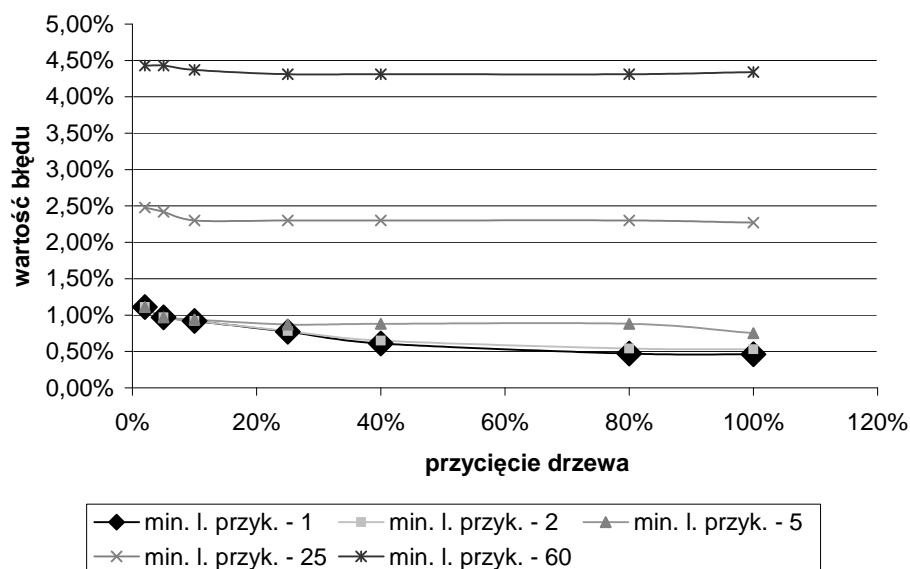
Rysunek pokazuje 5 wykresów, dla których wykres przy parametrze *minimalnej liczby przykładów tworzących liść drzewa* równym 1 przyjmuje najmniejsze wartości błędu klasyfikowania, natomiast przy tym parametrze równym 60 przyjmuje największe wartości błędu klasyfikowania. Najlepsze rezultaty otrzymano dla parametru *przycięcie drzewa równym 40%* i bez przycięcia. Jednak w przypadku drzewa bez przycięcia występuje zjawisko nadmiernego dopasowania do danych uczących, co jest zjawiskiem niepożądanym. Dlatego do klasyfikacji wybrano drzewo z przycięciem 40%. Na podstawie drzewa decyzyjnego zostały automatycznie wygenerowane reguły decyzyjne, które następnie umieszczone zostały w bazie wiedzy systemu wspomagania decyzji. W marę przybywania danych z kolejnych miesięcy reguły będą aktualizowane. Drzewo decyzyjne i reguły zostały wygenerowane przy użyciu narzędzia DeTreex z pakietu Sphinx.

2.3. System wspomagania decyzji

System wspomagania decyzji na podstawie opracowanych modeli prognostycznych, które powstały w systemie pozyskiwania wiedzy, ma umożliwić sterowanie siecią wodociągową, a w szczególności sterowanie pompami. Wśród parametrów, którymi się steruje można wyróżnić poziom wody w zbiornikach, stałe ciśnienie i przepływ wody w sieci. Utrzymanie tych parametrów jest bardzo trudne ze względu na szybkie i duże zmiany warunków, w których zachodzą te procesy. Można tu wyróżnić np. zmianę obciążenia sieci wodociągowej.

Obciążenie sieci wodociągowej wpływa na pracę pomp oraz na napełnianie zbiorników retencyjnych. Stąd prognoza obciążenia sieci wodociągowej jest istotnym elementem sterowania siecią. Poprawne przewidywanie obciążenia i sterowanie operacyjne siecią wodociągową pozwoli zatem energooszczędnie sterować pompami, które odpowiadają za utrzymanie właściwego poziomu ciśnienia i przepływu wody w sieci wodociągowej oraz właściwego poziomu wody w zbiornikach.

System wspomagania decyzji w czasie rzeczywistym sprawdza, czy bieżące parametry ciśnienia i przepływu wody mieszczą się w granicy normy. W przypadku parametrów poniżej normy, system wskazuje potrzebę uruchomienia pompy w celu wyrównania poziomu ciśnienia wody. W przypadku przekroczenia górnej normy ciśnienia, system sygnalizuje potrzebę wyłączenia pompy. Wykorzystując wbudo-



Rysunek 2. Wykresy wartości błędów klasyfikacji drzew decyzyjnych

wane modele prognostyczne można według nich przewidywać potencjalne obciążenie i sterować pompami, w zależności od pory roku, miesiąca, dnia, czy nawet części dnia. Podejmowanie decyzji możliwe jest dzięki regułom decyzyjnym zawartym w bazie wiedzy oraz mechanizmowi wnioskowania.

Baza wiedzy jest jednym z podstawowych elementów systemu wspomaganie decyzyjne. Zawiera wiedzę deklaratywno-proceduralną, w postaci faktów i reguł. Reguły w bazach wiedzy są utworzone automatycznie na podstawie drzewa decyzyjnego z modeli prognostycznych. Reguły te wspomagają użytkowników tego systemu w szybkim reagowaniu na zmiany ciśnienia i przepływu wody i wskazują pompy, które należy uruchomić, aby zapobiec nieprawidłowościom pracy sieci wodociągowej.

W pierwszym etapie został zrealizowany system wspomagający podejmowanie decyzji dotyczących uruchomienia pomp. Decyzje podejmowane na podstawie reguł dotyczą potrzeby uruchomienia pomp. Na podstawie drzewa decyzyjnego zostało wygenerowanych 480 reguł, na podstawie których można sprawdzić, czy dwa parametry ciśnienie i przepływ wody znajdują się w normie. Na rysunku 3 pokazano fragment bazy wiedzy w postaci tych właśnie reguł decyzyjnych. W komentarzu podana jest liczba przykładów, na podstawie których wygenerowano te reguły. W systemie istotne są też zależności pomiędzy ciśnieniem a przepływem wody. Te dwa parametry rozpatrywane były razem. Dodatkowo w systemie gromadzone są błędy dotyczące przepływu poza dopuszczalnymi granicami, wstecznego przepływu wody w węzle, braku zasilania w sterowniku z sieci elektrycznej, niskiego stanu baterii UPS, niskiej temperatury wewnątrz szafy sterownika oraz włamania (drzwi szafy sterownika są otwarte). Gromadzone błędy posłużą do tworzenia modeli reagowania na awarie w sieci wodociągowej w kolejnym etapie rozwoju systemu.

3. Podsumowanie

W referacie został opisany pierwszy etap tworzenia inteligentnego systemu wspomaganie decyzji. Obecnie system ten kontroluje, czy odczytywane pomiary wartości parametrów: ciśnienia i poziomu wody mieszczą się w normie oraz w przypadku, gdy wartość nie mieści się w normie wykazuje potrzebę uruchomienia pompy. Taki system już jest istotnym osiągnięciem w stosunku do aktualnie wykorzystywanych systemów monitorowania sieci, które gromadzą jedynie dane, a ich nie analizują.

```
// Reguły wygenerowano za pomocą programu
// DeTreeX 4.0 - generator drzew decyzyjnych
// =====

//      Plik źródłowy: "C:\Documents and Settings\ZAW\Moje dokumenty\dane2\dane2.lrn"
//      Dane w pliku : 2 klas(y), 6 atrybutów, 9980 przykładów uczących.

//      Parametry generowania drzewa: Min. przykładów = 1,
//      Przycięcie drzewa = 40%.

0014 : dECYZJA = "1" if          // (1051.0)   0015 : dECYZJA = "1" if          // (958.0)
      cISNIENIE <= 33,
      dZIEN = "Czwartek",
      cZAS <= 21,
      pRZEPLYW > 596,
      pRZEPLYW > 1380,
      cZAS <= 19,
      cZAS <= 15,
      cZAS <= 6,
      pRZEPLYW <= 1784,
      pRZEPLYW <= 1764;
```

Rysunek 3. Fragment bazy wiedzy reguł systemu wspomaganie decyzji sieci wodociągowej

Kolejny etap rozbudowy systemu to wprowadzenie reguł decyzyjnych, które umożliwią wybranie właściwej pompy ze względu na zadane kryterium. Rozbudowa systemu umożliwi wybór określonej pompy w taki sposób, aby poziom eksploatacji pomp był równomierny i zużycie energii elektrycznej było najmniejsze.

Następny etap rozwoju systemu wspomaganie decyzji to reagowanie na awarie. System powinien wskazać przyczynę awarii i uruchomić odpowiednią procedurę działania. W przypadku sygnalizacji alarmu, który jest generowany w określonym węźle pomiarowym należy ten alarm zdiagnozować.

Kolejno system rozwijany będzie w kierunku sprawdzania poziomu wody w zbiorniku retencyjnym, sygnalizowana będzie wartość minimalna i maksymalna poziomu wody. W przypadku przekroczenia wartości minimalnej zostaną uruchomione właściwe pompy, natomiast dochodzenie do wartości maksymalnej spowoduje wyłączenie pomp.

Inteligentny system wspomaganie decyzji dla sterowania siecią wodociągową umożliwi reagowanie na nieprawidłowości w tej sieci. Jest też podstawą do dalszych działań dotyczących całego systemu wodno-ściekowego, w skład którego

wchodzi oprócz sieci wodociągowej, stacja ujęcia i uzdatniania wody, sieć kanalizacyjna i oczyszczalnia ścieków.

Literatura

- HAND, D., MANNILA, H. and SMITH, P. (2005) *Eksploracja danych*. WNT, Warszawa.
- LAROSE, D. T. (2006) *Odkrywanie wiedzy z danych. Wprowadzenie do eksploracji danych*. PWN, Warszawa.
- MICHALSKI, R. S., BRATKO, I. and KUBAT, M. (1998) *Machine learning and data mining*. John Wiley & Sons.
- ROJEK, I. A (2007) A concept of a decision support system with a knowledge acquisition module for the water supply and sewage system of a city. *Studia i materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą* **7**, 98–104.
- ROJEK, I. B (2007) Bazy danych i bazy wiedzy dla miejskiego systemu wodno-ściekowego. *BAZY DANYCH - NOWE TECHNOLOGIE. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności*, Warszawa, 59–66.
- STEFANOWSKI, J. (2001) *Algorytmy indukcji reguł decyzyjnych w odkrywaniu wiedzy*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.
- STUDZIŃSKI, J. and BOGDAN, L. (2006) Informatyczny system wspomaganie decyzji do zarządzania, sterowania operacyjnego i planowania miejskiego systemu wodno-ściekowego. *J. Studziński, L. Drelichowski, O. Hryniewicz (Red.): Rozwój i zastosowania metod ilościowych i technik informatycznych wspomagających procesy decyzyjne, Instytut Badań Systemowych Polska Akademia Nauk, Badania Systemowe* **49** 149–157.
- ZIELIŃSKI, J. (2000) *Inteligentne systemy w zarządzaniu. Teoria i praktyka*. PWN, Warszawa.

Intelligent decision support system for control of water network

The paper presents intelligent decision support system for control of a water network. The system was created in the form of expert system with a knowledge base, backward chaining mechanism and user interface. It cooperates with a database and a knowledge acquisition system. The system works in real time that guarantees immediate responses to problems reported in the water supply network. On the one hand, it uses measurement data gathered in the database, and transferred by a network monitoring system. On the other hand, it uses prediction models in order to predict workload rate of water network created in the knowledge acquisition system. Based on the prediction models, the decision support system allows to create scenarios of control of water network.